

A8

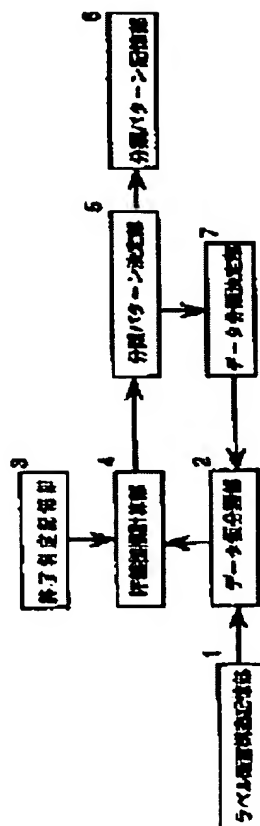
# DECISION TREE GENERATION DEVICE, INFORMATION RETRIEVAL DEVICE AND CONTROLLER DESIGN DEVICE

**Patent number:** JP8314725  
**Publication date:** 1996-11-29  
**Inventor:** OZAWA JUN  
**Applicant:** MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD  
**Classification:**  
 - International: G06F9/44; G06F9/44; G05B23/02; G05B23/02  
 - european:  
**Application number:** JP19950117535 19950516  
**Priority number(s):**

## Abstract of JP8314725

**PURPOSE:** To automatically generate a simple decision tree by means of the labels that are previously stored when the input/output data are received.

**CONSTITUTION:** These devices are provided with a label hierarchical structure storage part 1 which stores hierarchically the labels that sorted the value of each attribute, a data tentative sorting part 2 which sorts the data that are shown in plural patterns according to the combinations of labels stored in the part 1, an end decision storage part 3 which stores the condition to judge the end of sorting, an evaluation index calculation part 4 which calculates an evaluation index for every sorting pattern sorted in the part 2, a sorting pattern decision part 5 which selects one of sorting patterns that are sorted at the part 2 based on the value calculated at the part 4, a sorting pattern storage part 6 which stores the decision tree that is shown by the label of the sorting pattern selected at the part 5, and a data sorting decision part 7 which sorts the data based on the label of the sorting pattern that is decided at the part 5 and outputs the sorted data to the part 2.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(11)特許出願公開番号

特開平8-314725

(43)公開日 平成8年(1996)11月29日

(51)Int.Cl. <sup>a</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 9/44	5 5 0	7737-5B	G 0 6 F 9/44	5 5 0 M
	5 8 0	7737-5B		5 8 0 A
G 0 5 B 23/02		7531-3H	G 0 5 B 23/02	X
	3 0 2	7531-3H		3 0 2 Y

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全 24 頁)

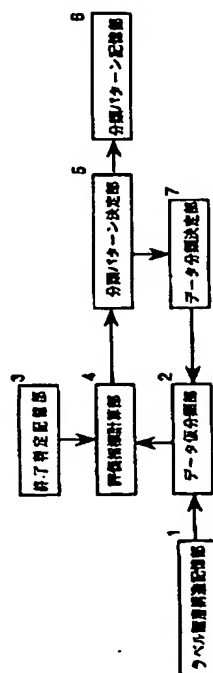
(21)出願番号	特願平7-117535	(71)出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22)出願日	平成7年(1995)5月16日	(72)発明者	小澤 順 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
		(74)代理人	弁理士 松田 正道

(54)【発明の名称】 決定木生成装置、情報検索装置及び制御器設計装置

(57) 【要約】

【目的】 入出力データが与えられた際にあらかじめ記憶させてあるラベルを用いて、簡潔な決定木を自動的に生成すること。

【構成】 各属性の属性値を分類したラベルを階層的に記憶しているラベル階層構造記憶部 1 と、ラベル階層構造記憶部 1 で記憶されているラベルの組合せにより複数のパターンで与えられたデータを分類するデータ仮分類部 2 と、分類の終了を判定する条件を記憶している終了判定記憶部 3 と、データ仮分類部 2 で分類された各分類パターンに関して評価指標を計算する評価指標計算部 4 と、評価指標計算部 4 で計算された値を基にデータ仮分類部 2 で分類された分類パターンから 1 つの分類パターンを選択する分類パターン決定部 5 と、分類パターン決定部 5 で選択された分類パターンのラベルによる決定木を記憶している分類パターン記憶部 6、分類パターン決定部 5 で決定された分類パターンのラベルを用いてデータを分類し、分類されたデータをデータ仮分類部 2 へ出力するデータ分類決定部 7 とを備える。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 あらかじめ各属性の属性値を分類したラベルを記憶しているラベル記憶部と、データを前記ラベルを用いて繰返し分類し複数の分類パターンを生成するデータ仮分類部と、データの分類の終了条件を記憶している終了判定記憶部と、前記終了判定記憶部に記憶されている終了条件を満足しない場合に前記データ仮分類部で分類された各分類パターンに関して評価指標を計算する評価指標計算部と、前記評価指標計算部において計算された値を基に分類パターンを決定する分類パターン決定部と、前記分類パターン決定部で決定されたラベルを用いた決定木を記憶する分類パターン記憶部と、前記分類パターン決定部で分類されたラベルを用いてデータを複数のデータの集合に分類しその結果を前記データ仮分類部に出力するデータ分類決定部を備えたことを特徴とする決定木生成装置。

【請求項 2】 あらかじめ各属性の属性値を分類したラベルを階層的に記憶しているラベル階層構造記憶部と、入出力データを前記ラベル階層構造記憶部に蓄えられているラベルを用いて繰返し分類し複数の分類パターンを生成するデータ仮分類部と、データの分類の終了条件を記憶している終了判定記憶部と、前記終了判定記憶部に記憶されている終了条件を満足しない場合に前記データ仮分類部で分類された各分類パターンに関して評価指標を計算する評価指標計算部と、前記評価指標計算部において計算された値を基に前記データ仮分類部で生成された前記分類パターンから 1 つの分類パターンを選択する分類パターン決定部と、前記分類パターン決定部で決定されたラベルを用いた決定木を記憶する分類パターン記憶部と、前記分類パターン決定部で分類されたラベルを用いてデータを複数のデータの集合に分類しその結果を前記データ仮分類部へ出力するデータ分類決定部を備えたことを特徴とする決定木生成装置。

【請求項 3】 ラベルをメンバーシップ関数により定義しているメンバーシップ関数定義部と、各属性に対して前記メンバーシップ関数により定義されたラベルを階層的に記憶しているラベル階層構造記憶部と、入出力データを前記ラベル階層構造記憶部に蓄えられているラベルを用いて繰返し分類し複数の分類パターンを生成するデータ仮分類部と、データの分類の終了条件を記憶している終了判定記憶部と、前記終了判定記憶部に記憶されている終了条件を満足しない場合に前記データ仮分類部で分類された各分類パターンに関して評価指標を計算する評価指標計算部と、前記評価指標計算部において計算された値を基に前記データ仮分類部で生成された前記分類パターンから 1 つの分類パターンを選択する分類パターン決定部と、前記分類パターン決定部で決定されたラベルを用いた決定木を記憶する分類パターン記憶部と、前記分類パターン決定部で分類されたラベルを用いてデータを複数のデータの集合に分類しその結果を前記データ

2

仮分類部へ出力するデータ分類決定部を備えたことを特徴とする決定木生成装置。

【請求項 4】 請求項 2 の決定木生成装置を用いた情報検索装置であって、前記分類パターン記憶部のラベルを用いてユーザに質問を生成し提示する質問生成部と、前記質問生成部の質問に対する応答をユーザが入力するユーザ情報入力部と、データを蓄えているデータベース部と、前記ユーザ情報入力部の入力と前記分類パターン記憶部の決定木から前記データベース部のデータベースを検索するデータベース検索部と、前記データベース検索部で検索されたデータを提示するデータ提示部を備えたことを特徴とする情報検索装置。

【請求項 5】 ユーザが希望する検索条件を入力できる検索条件入力部と、前記ユーザ情報入力部の入力と前記分類パターン記憶部の決定木と前記検索条件入力部の検索条件から前記データベース部のデータベースを検索するデータベース検索部を備えたことを特徴とする請求項 4 記載の情報検索装置。

【請求項 6】 あらかじめセンサの特性を記憶しているセンサ特性記憶部と、入出力データを前記センサ特性記憶部に蓄えられているラベルを用いて繰返し分類し複数の分類パターンを生成するデータ仮分類部と、データの分類の終了条件を記憶している終了判定記憶部と、前記終了判定記憶部に記憶されている終了条件を満足しない場合に前記データ仮分類部で分類された各分類パターンに関して評価指標を計算する評価指標計算部と、前記評価指標計算部において計算された値を基に前記データ仮分類部で生成された前記分類パターンから 1 つの分類パターンを選択する分類パターン決定部と、前記分類パターン決定部で決定されたラベルを用いた決定木を記憶する分類パターン記憶部と、前記分類パターン決定部で分類されたラベルを用いてデータを複数のデータの集合に分類しその結果を前記データ仮分類部へ出力するデータ分類決定部と、前記分類パターン記憶部のラベルを用いてセンサを選択するセンサ選択部と、前記センサ選択部での選択結果に基づいて制御テーブルを作成する制御テーブル作成部を備えたことを特徴とする制御器設計装置。

【請求項 7】 あらかじめセンサの特性を記憶しているセンサ特性記憶部と、入出力データを前記センサ特性記憶部に蓄えられているラベルを用いて繰返し分類し複数の分類パターンを生成するデータ仮分類部と、データの分類の終了条件を記憶している終了判定記憶部と、前記終了判定記憶部に記憶されている終了条件を満足しない場合に前記データ仮分類部で分類された各分類パターンに関して評価指標を計算する評価指標計算部と、前記評価指標計算部において計算された値を基に前記データ仮分類部で生成された前記分類パターンから 1 つの分類パターンを選択する分類パターン決定部と、前記分類パターン決定部で決定されたラベルを用いた決定木を記憶す

3

る分類パターン記憶部と、前記分類パターン決定部で分類されたラベルを用いてデータを複数のデータの集合に分類しその結果を前記データ仮分類部へ出力するデータ分類決定部と、前記分類パターン記憶部のラベルを用いてセンサを選択するセンサ選択部と、前記センサ選択部での選択結果と前記分類パターン記憶部の決定木から制御ルールを生成し提示する制御ルール生成部を備えたことを特徴とする制御器設計装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、データが与えられた際に、あらかじめ定義されているラベルを用いて決定木を生成する決定木生成装置、情報検索装置、及び制御器設計装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来までの決定木生成装置を図21に示す。図21において、データ仮分類部101では入力されたデータを属性値によって複数のパターンに分類し、終了判定記憶部102ではデータの分類の終了を判定し、評価指標計算部103では、データ仮分類部101で分類された各分類パターンに関して評価指標を計算し、分類パターン決定部104では評価指標計算部103において計算された値を基に最適に分類するパターンを決定し、分類パターン記憶部105では分類パターン決定部104で決定された属性を記憶し、データ分類決定部106では分類パターン決定部104で分類された属性値を用いてデータを複数のデータの集合に分類しデータ仮分類部101へ出力する決定木生成装置である。

【0003】図21の決定木生成装置では、因果関係を表現する入出力データが与えられた際に、データを分類する決定木を生成する装置である。表1に示すデータが与えられた際、従来までの決定木生成の動作について説明する。

【0004】

【表1】

id	x1	x2	x3	x4	y
1	A	a	1	20	X
2	C	a	2	20	X
3	B	b	1	30	X
4	D	b	1	40	X
5	C	a	3	10	Y
6	D	b	3	30	Y
7	A	c	1	10	Y
8	D	d	4	20	Y
9	A	a	4	40	Z
10	B	a	3	30	Z
11	A	b	3	10	Z
12	A	b	4	20	Z

【0005】表1のデータは、x1, x2, x3, x4の4つの入力属性の値に対してyの出力属性の値を組とする12個のデータが示されている。このとき、x1の属性値は、A, B, C, Dの4種類から構成されているため、データ仮分類

4

部101において、12個のデータを4つのクラスに仮に分類できる。x2, x3, x4の属性についても同様に、データの集合に分類できる。与えられたデータが4つの入力属性から構成されているため、4つの分類パターンが考えられる。この4つの分類パターンに対して、評価指標計算部103で、評価指標の値を計算する。一般にID3と呼ばれる手法では、この評価指標として、分類することにより獲得される情報量が計算される。この獲得情報量が最大となる、分類に用いた属性が、分類属性決定部104で選択される。この例では、x2属性が選択された。分類に用いられた属性x2は、分類属性記憶部105において記憶される。さらに、データ分類決定部106において、分類属性決定部104で決定された属性x2の属性値に応じて4つのデータの集合に分類される。そして、分類された4つのデータの各集合が、データ仮分類部102に、再び、入力され、同様の手続きが繰り返される。これにより、表1のデータが階層的に分類され、分類属性記憶部105において、決定木が生成される。生成された決定木を図22に示す。入力属性の4つの値のみ既知で、出力値が未知である新たなデータが与えられた際に、4つのすべての属性の値を確認することなく、出力値を予測することができる。例えば、x2属性がcであるデータが与えられると、図22の決定木から、出力値がYであることが予測される。このとき、他のx1, x3, x4の属性値を確認することなく、出力値を予測することができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような構成では、データを分類する際に、属性値の種類の数だけのデータの集合に分類される。そのため、決定木が複雑になる可能性がある。また、新たなデータが入力された際に、常に、正確な属性値がわからなければ、予測することができない。

【0007】本発明は、かかる従来の装置の課題に鑑み、あらかじめ、各属性において、まとめられる属性値を一つのラベルで表現し、ラベルによりデータを分類する決定木を生成する決定木生成装置等を提供するものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】各入力属性に関して複数の入力属性値をまとめたラベルを階層的に記憶しているラベル階層構造記憶部と、与えられたデータの集合を前記ラベル階層構造記憶部に蓄えられているラベルを用いて複数のパターンにデータを分類するデータ仮分類部と、データの分類の終了を判定する条件を記憶している終了判定記憶部と、前記終了判定記憶部に記憶されている終了条件を満足しない場合に前記データ仮分類部で分類された各パターンに関して評価指標を計算する評価指標計算部と、前記評価指標計算部において計算された値を基に最適に分類するパターンを決定する分類パターン

5

決定部と、前記分類パターン決定部で決定されたラベルを記憶している分類パターン記憶部と、前記分類パターン決定部で分類されたラベルを用いてデータを複数のデータの集合に分類し前記データ仮分類部へ出力するデータ分類決定部からなる決定木生成装置。

【0009】

【作用】上記の構成によれば、属性値をまとめた抽象的なラベルにより、データを分類するため、簡潔な決定木を生成することができる。また、新たなデータが入力された際に、すべての属性値が正確にわからなくても、どのラベルに帰属する属性値であるかが判断できれば、出力値を予測することができる。

【0010】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【0011】まず本発明の第1の実施例を説明する。図1は、決定木生成装置の構成図を示すものである。図1において、1は各属性の属性値を分類したラベルを階層的に記憶しているラベル階層構造記憶部であり一般にROMにより構成される。2はラベル階層構造記憶部で記憶されているラベルの組合せにより複数のパターンで与えられたデータを分類するデータ仮分類部である。3は分類の終了を判定する条件を記憶している終了判定記憶部であり一般にROMにより構成される。4はデータ仮分類部2で分類された各分類パターンに関して評価指標を計算する評価指標計算部、5は評価指標計算部4で計算された値を基にデータ仮分類部2で分類された分類パターンから1つの分類パターンを選択する分類パターン決定部である。6は分類パターン決定部5で選択された分類パターンのラベルによる決定木を記憶している分類パターン記憶部であり一般にRAMにより構成される。7は分類パターン決定部5で決定された分類パターンのラベルを用いてデータを分類し、分類されたデータをデータ仮分類部2へ出力するデータ分類決定部である。

【0012】以上のように構成された実施例の決定木生成装置について、その動作を説明する。

入力：決定木を生成用データ、ラベル、分類の終了条件  
出力：データを分類する決定木

（ステップ1）ROMで構成されている部分、終了判定記憶部3、ラベル階層構造記憶部1に記憶させる情報を入力する。具体的には、与えられたデータの分類を終了するための条件を設定し、その終了条件を終了判定記憶部3に記憶させる。また、各属性に関して、属性値を分類し、分類された複数の属性値に対してラベル付けを行う。さらに、複数のラベルを一つのラベルで置き換えることによりラベルの階層構造が設定でき、その構造をラベル階層構造記憶部1に記憶させる。

（ステップ2）データ仮分類部2において、決定木を生成するために入力されたデータの集合を、ラベル階層構造記憶部1で記憶されているラベルを用いてデータの集

6

合からなるクラスに分類する。各属性に関してラベルが存在するため、様々なクラスの組合せの分類を行える。

（ステップ3）データ仮分類部で分類された複数の分類パターンに関して評価指標を計算する。評価指標として次の式を採用する。

【0013】

【数1】

$$\sum_{i,k} P(y = y_i | C_k)^2$$

【0014】ただし、yは出力属性、y<sub>i</sub>は出力属性値を表現し、C<sub>k</sub>は分類されたk番目のクラスを表現している。また、P(y=y<sub>i</sub> | C<sub>k</sub>)は、クラスC<sub>k</sub>の中のデータの出力値がy<sub>i</sub>である確率を表現している。そのため、クラスに分類されたデータの集合において、出力値が様々な値をとる場合、それぞれの属性値に対する確率が小さくなり、（数1）の値も小さくなる。逆に、分類されたクラスに含まれるデータの出力値をすべて同じ場合には、（数1）の確率は、1.0となり、最大値をとる。このように、（数1）の値は、分類されたデータの属性値の分散度合を表現している。（ステップ4）終了判定記憶部3の終了条件を満足している場合には、データの分類を終了する。それ以外の場合には、次のステップへ進む。

（ステップ5）分類パターン決定部5において、評価指標計算部4で計算された評価指標の値のうち、最大値をとる分類パターンのラベルを選択する。ここで選択されたラベルを分類パターン記憶部6のRAMに入力し記憶させる。

（ステップ6）データ分類決定部7において、（ステップ5）で選択されたラベルを用いて、データを分類し、複数のデータの集合を生成する。さらに、分類されたデータの集合を再びデータ仮分類部2へ出力し、（ステップ2）へ戻る。

【0015】（ステップ2）から（ステップ6）を繰り返すことにより、決定木を生成するために入力されたデータが、終了条件を満足するまで再帰的に分類され、ラベルによる決定木が、分類パターン記憶部に記憶されていく。

【0016】表1の12個のデータを用いて、決定木生成装置の動きを具体的に説明する。

入力：表1の4入力1出力の12個の入出力データ、図13のラベルの階層構造、「分類されたクラスに含まれるデータの出力属性値がすべて同じになった場合に分類を終了する」という終了条件

出力：図14の入出力データを分類するための決定木

（ステップ1）ROMで構成されている部分、終了判定記憶部3、ラベル階層構造記憶部1に記憶させる情報を入力する。具体的には、「分類されたデータの出力値が、すべて同じになった際に、分類を終了する」という終了条件を終了判定記憶部3に入力し記憶させる。ま

7

た、表1の4つの入力属性に関して、図13に示すラベルの階層構造を定義する。図13において、例えば、x1属性に関して、ラベルAB、CDは、それぞれ属性値A、B、属性値C、Dをまとめたラベルである。ラベルanyは、ラベルAB、CDをまとめたラベルであり、属性値A、B、C、Dを表現するラベルである。x2、x3、x4属性に関しても同様に解釈できる。これらのラベルの階層構造をラベル階層構造記憶部1に入力し記憶させる。

(ステップ2) 表1のデータを図13のラベルを用いて分類する。例えば、x1属性に関しては、図13よりx1属性の値が、AまたはBと、CまたはDのデータに分類してみる。その結果、それぞれ、表1の12個のデータが7個のデータと5個のデータのクラスに分類される。分類されたクラスに注目すると、x1属性の値がAまたはBの7個のデータに関して、出力値がXの値をとるデータが2個、Yの値をとるデータが1個、Zの値をとるデータが4個である。同様に、x1属性の値がCまたはDの5個のデータは、それぞれ、2個、3個、0個となる。この結果を、表2(a)に示している。同様に、x2、x3、x4属性に関してデータを分類した結果を表2(b)、(c)、(d)に示す。

【0017】

【表2】

(a) x1属性による分類パターン

	AB	CD
X	2	2
Y	1	3
Z	4	0
	7	5

(b) x2属性による分類パターン

	ab	cd
X	4	0
Y	2	2
Z	4	0
	10	2

(c) x3属性による分類パターン

	25以下	25以上
X	4	0
Y	1	3
Z	0	4
	5	7

(d) x4属性による分類パターン

	25以下	25以上
X	2	2
Y	3	1
Z	2	2
	7	5

【0018】 このように、各属性のラベルを用いて、データ仮分類部2に入力されたデータは、ラベル階層構造記憶部1で記憶されているラベルを用いて、複数のパターンに分類する。

(ステップ3) データ仮分類部2で分類された4つの分類パターンに対して、それぞれ評価指標を計算する。ここで、(数1)を用いて、分類パターンを評価してみ

8

る。例えば、x1属性の値に関して、ラベルAB、CDで分類されたデータに対して、(数1)を計算すると、

【0019】

【数2】  $((2/7)^2 + (1/7)^2 + (4/7)^2) + ((2/5)^2 + (3/5)^2 + (0/5)^2) = 0.9486$

となる。ただし、 $^2$ は、2乗を表現している。同様に、x2、x3、x4属性に関しては、それぞれ、

【0020】

【数3】  $((4/10)^2 + (2/10)^2 + (4/10)^2) + ((0/2)^2 + (2/2)^2 + (0/2)^2) = 1.36$

【0021】

【数4】  $((4/5)^2 + (1/5)^2 + (0/5)^2) + ((0/7)^2 + (3/7)^2 + (4/7)^2) = 1.19$

【0022】

【数5】  $((2/7)^2 + (3/7)^2 + (2/7)^2) + ((2/5)^2 + (1/5)^2 + (2/5)^2) = 0.71$

となる。

(ステップ4) 終了判定記憶部3の終了条件である「分類されたクラスに含まれるデータの出力属性値がすべて同じである」という条件を満足していないため、次のステップへ進む。

(ステップ5) 分類パターン決定部5において、評価指標計算部4で計算された評価指標の値のうち、最大値をとる分類パターンのラベルを選択する。ここでは、x2属性のラベルab、cdによる分類が最大値1.36をとったため、この分類パターンのラベルが選択される。さらに、x2属性のラベルab、cdを分類パターン記憶部6で記憶しておく。

(ステップ6) データ分類決定部7において、(ステップ5)で選択されたラベルab、cdを用いて、データを分類し、10個と2個のデータの集合を生成する。さらに、分類されたデータの集合を再びデータ仮分類部2へ出力し、(ステップ2)へ戻る。

(ステップ2-1) (ステップ6)の10個のデータに対して、図13のラベルを用いて分類する。前述の(ステップ2)と同様に、データ仮分類部2により表3の4つの分類パターンの結果が得られる。

【0023】

【表3】

9

(a) x1属性による分類パターン

	AB	CD
X	2	2
Y	0	2
Z	4	0
	6	4

(b) x2属性による分類パターン

	a	b
X	2	2
Y	1	1
Z	2	2
	5	5

(c) x3属性による分類パターン

	2.5以下	2.5以上
X	4	0
Y	0	2
Z	0	4
	4	6

(d) x4属性による分類パターン

	25以下	25以上
X	2	2
Y	1	1
Z	2	2
	5	5

【0024】(ステップ3-1) 10個のデータに対して、データ仮分類部2で分類された4つの分類パターンに対して、それぞれ評価指標を計算する。ここで、(数1)を用いて、分類パターンを評価してみる。前述の(ステップ3)と同様に、x1, x2, x3, x4属性の分類パターンに対して、1.056, 0.72, 1.556, 0.72が計算される。(ステップ4-1) 終了条件を満足していないため、データの分類を継続する。

(ステップ5-1) (ステップ3-1)の4つの値の中で、最も大きい値(1.556)をとった、x3属性のラベル2.5以下, 2.5以上による分類を最適な分類として選択する。x3属性の2.5以下, 2.5以上を分類パターン記憶部6で記憶しておく。

(ステップ6-1) データ分類決定部7において、(ステップ5-1)で選択されたx3属性のラベル2.5以下, 2.5以上により、データを分類し、4個と6個のデータの集合を生成する。さらに分類されたデータの集合を再びデータ仮分類部2へ出力し、(ステップ2)へ戻る。

(ステップ2-2) (ステップ6-1)の4個のデータに対して、図13のラベルを用いて分類する。

(ステップ3-2) 4個のデータに対して、データ仮分類部2の分類パターンに対して、それぞれ評価指標を計算する。ここで、(数1)を用いて、分類パターンを評価してみる。

(ステップ4-2) 4個のデータの出力属性の値がすべてXであり、同一である。これは、分類の終了条件を満足している。そのため、この4個のデータは、これ以上は、分類しない。

(ステップ2-3) (ステップ6-1)の6個のデータに

10

対して、図13のラベルを用いて分類する。前述の(ステップ2)と同様に、データ仮分類部2により表4の4つの分類パターンの結果が得られる。

【0025】

【表4】

(a) x1属性による分類パターン

	AB	CD
X	0	0
Y	0	2
Z	4	0
	4	2

(b) x2属性による分類パターン

	a	b
X	0	0
Y	1	1
Z	2	2
	3	3

(c) x3属性による分類パターン

	2.5以下	2.5以上
X	0	0
Y	2	0
Z	2	2
	4	2

(d) x4属性による分類パターン

	25以下	25以上
X	0	0
Y	1	1
Z	2	2
	3	3

【0026】(ステップ3-3) 6個のデータに対して、(ステップ2-3)で分類された4つの分類パターンに対して、それぞれ評価指標を計算する。ここで、

(数1)を用いて、分類パターンを評価してみる。前述の(ステップ3)と同様に、x1, x2, x3, x4属性の分類パターンに対して、2.0, 1.11, 1.5, 1.11が計算される。

(ステップ4-3) 終了条件を満足していないため、データの分類を継続する。

(ステップ5-3) (ステップ3-3)の4つの値の中で、最も大きい値(2.0)をとった、x1属性のラベルAB, CDによる分類を最適な分類として選択する。x1属性のAB, CDを分類パターン記憶部6で記憶しておく。

(ステップ6-3) データ分類決定部7において、(ステップ5-3)で選択されたx1属性のラベルAB, CDにより、データを分類し、4個と2個のデータの集合を生成する。さらに分類されたデータの集合を再びデータ仮分類部2へ出力し、(ステップ2)へ戻る。

(ステップ2-4) (ステップ6-3)の4個のデータに対して、図13のラベルを用いて分類する。

(ステップ3-4) 4個のデータに対して、データ仮分類部2の分類パターンに対して、それぞれ評価指標を計算する。ここで、(数1)を用いて、分類パターンを評価してみる。

(ステップ4-4) 4個のデータの出力属性の値がすべ



11

てZであり、同一である。これは、分類の終了条件を満足している。そのため、この4個のデータは、これ以上は、分類しない。

(ステップ2-5) (ステップ6-3) の2個のデータに対して、図13のラベルを用いて分類する。

(ステップ3-5) 2個のデータに対して、データ仮分類部2の分類パターンに対して、それぞれ評価指標を計算する。ここで、(数1)を用いて、分類パターンを評価してみる。

(ステップ4-5) 2個のデータの出力属性の値がすべてYであり、同一である。これは、分類の終了条件を満足している。そのため、この2個のデータは、これ以上は、分類しない。

(ステップ2-6) (ステップ6) の2個のデータに対して、図13のラベルを用いて分類する。

(ステップ3-6) 2個のデータに対して、データ仮分類部2の分類パターンに対して、それぞれ評価指標を計算する。ここで、(数1)を用いて、分類パターンを評価してみる。

(ステップ4-6) 2個のデータの出力属性の値がすべてYであり、同一である。これは、分類の終了条件を満足している。そのため、この2個のデータは、これ以上は、分類しない。

【0027】以上のステップにより、与えられた12個のデータは、すべて分類の終了条件を満足するクラスの階層的に分類された。この分類結果を表現する決定木が分類パターン記憶部6に記憶されている。分類パターン記憶部には、図14の決定木が記憶されている。

【0028】以上のように、本実施例によれば、与えられた入出力データから、抽象的なラベルを用いた決定木を自動的に構築することができる。これにより、常に属性値により分類を行う決定木でなく、ラベルを用いて効率的に分類する決定木を生成することができる。

【0029】なお、本実施例では、評価指標として、(1)式を用いたが、標準偏差等の属性値の分散度合を表現する指標ならば、どのような指標を用いてもよい。概念学習の手法で用いられているカテゴリ有用度を用いてもよい。ID3等の手法で用いられている獲得情報量を用いてもよい。

【0030】なお、本実施例では、終了条件として、「分類されたデータの出力値がすべて同じになった場合」としたが、評価指標の値の閾値を設定し、閾値を超えた場合に分類を停止する終了条件を用いてもよい。

【0031】なお、本実施例では、決定木を生成するために入出力データを用いたが、これらのデータの代わりに、関係データベースに蓄えられているデータ等の因果関係を含まないデータを用いてもよい。入出力データの代わりにデータベースを用いると、データベースからの知識発見を行う装置とみなすこともできる。

【0032】なお、本実施例では、階層的に定義された

12

ラベルをラベル階層構造記憶部で記憶させているが、非階層的なラベルを記憶させてもよい。

【0033】なお、本実施例では、分類パターン決定部での分類パターンの決定方法は、データ仮分類部で分類されたパターンの一つを選択していたが、データ仮分類部で分類されなかった新たな分類パターンを分類パターン選択部で選択してもよい。

【0034】なお、本実施例では、ラベル階層構造記憶部で記憶されるラベルは、一般の集合で定義されていたが、メンバーシップ関数によって定義されるファジィ集合のラベルでもよい。メンバーシップ関数により定義されるラベルを用いる場合の構成を、図2に示す。図2では、図1の構成に対して、ラベルのメンバーシップ関数を記憶しているメンバーシップ関数記憶部8を付加した構成である。一般に、メンバーシップ関数記憶部8はROMにより構成される。x3属性における「1から2位」というラベルのメンバーシップ関数の例を図15に示す。図15において、属性値が1の場合には、ラベルに含まれる度合は1.0になるが、属性値が2.1の場合でも、ラベルに含まれる度合が0.6ある。このように、人間が用いるあいまいなラベルをメンバーシップ関数により定義することができる。さらに、属性値がラベルに含まれる度合を[0, 1.0]で表現することができる。これにより、ラベルの中心部分に含まれるデータと、境界部分に含まれるデータとを度合付きで考慮することができる。図8にメンバーシップ関数により定義されたラベルを利用できる決定木生成装置のフローチャートを示す。図7のフローチャートに比べ(ステップ1)の部分のみが異なるため、(ステップ1)についての説明を省略する。(ステップ1) ROMで構成されている部分、終了判定記憶部3、ラベル階層構造記憶部1に記憶させる情報を入力する。具体的には、与えられたデータの分類を終了するための条件を設定し、その終了条件を終了判定記憶部3に記憶させる。また、各属性に関して、属性値を分類し、分類された複数の属性値に対してラベル付けを行う。さらに、複数のラベルを一つのラベルで置き換えることによりラベルの階層構造が設定でき、その構造をラベル階層構造記憶部1に記憶させる。ただし、ラベルを定義するメンバーシップ関数は、メンバーシップ関数記憶部8で記憶しておく。

【0035】(ステップ2) から(ステップ6) に関しては、前記決定木生成装置と同一の動作を行う。ただし、ラベルに含まれるデータの個数はメンバーシップ値の和により求める。この決定木生成装置によって生成される決定木の例を図16に示す。図16に示すように、メンバーシップ関数によるラベルを用いた決定木を生成することができ、人間の感覚に合った決定木を生成することができる。

【0036】次に本発明の第2の実施例を説明する。図3は、情報検索装置の構成図を示すものである。図3に

13

において、1は各属性の属性値を分類したラベルを階層的に記憶しているラベル階層構造記憶部であり一般にROMにより構成される。2はラベル階層構造記憶部で記憶されているラベルの組合せにより複数のパターンで与えられたデータを分類するデータ仮分類部である。3はデータの分類の終了条件を記憶している終了判定記憶部であり一般にROMにより構成される。4はデータ仮分類部2で分類された各分類パターンに関して評価指標を計算する評価指標計算部、5は評価指標計算部4で計算された値を基にデータ仮分類部2で分類された分類パターンから1つの分類パターンを選択する分類パターン決定部である。6は分類パターン決定部5で選択された分類パターンのラベルによる決定木を記憶している分類パターン記憶部であり一般にRAMにより構成される。7は分類パターン決定部5で決定された分類パターンのラベルを用いてデータを分類し、分類されたデータをデータ仮分類部へ出力するデータ分類決定部である。9は分類パターン記憶部6で分類に用いられたラベルによりユーザに対して質問を生成し提示する質問生成部、10は装置から提示された質問に対してユーザが情報を入力するユーザ情報入力部であり一般にキーボードやマウス等の入力デバイスが用いられる。11は検索される情報が蓄えられているデータベース部であり一般にハードディスク等により構成される。12は入力された条件を基にデータベース部11を検索するデータベース検索部、13はデータベース検索部で検索されたデータをユーザに提示するデータ提示部であり一般にディスプレイ等により構成される。

【0037】以上のように構成された実施例の情報検索装置について、その動作を説明する。

入力：決定木を生成するためのデータ、ラベル、分類の終了条件

出力：検索されたデータ

(ステップ1) ROMで構成されている部分、終了判定記憶部3、ラベル階層構造記憶部1に記憶させる情報を入力する。具体的には、与えられたデータの分類を終了するための条件を設定し、その終了条件を終了判定記憶部3に記憶させる。また、各属性に関して、属性値を分類し、分類された複数の属性値に対してラベル付けを行う。さらに、複数のラベルを一つのラベルで置き換えることによりラベルの階層構造が設定でき、その構造をラベル階層構造記憶部1に記憶させる。

(ステップ2) データ仮分類部2において、決定木を生成するために入力されたデータの集合を、ラベル階層構造記憶部1で記憶されているラベルを用いてデータの集合からなるクラスに分類する。各属性に関してラベルが存在するため、様々なクラスの組合せの分類を行える。

(ステップ3) データ仮分類部で分類された複数の分類パターンに関して評価指標を計算する。評価指標として(数1)を採用する。

14

(ステップ4) 終了判定記憶部3の終了条件を満足している場合には、データの分類を終了し(ステップ7)へいく。それ以外の場合には、次のステップへ進む。

(ステップ5) 分類パターン決定部5において、評価指標計算部4で計算された評価指標の値のうち、最大値をとる分類パターンのラベルを選択する。ここで選択されたラベルを分類パターン記憶部6のRAMに入力し記憶させる。

(ステップ6) データ分類決定部7において、(ステップ5)で選択されたラベルを用いて、データを分類し、複数のデータの集合を生成する。さらに、分類されたデータの集合を再びデータ仮分類部2へ出力し、(ステップ2)へ戻る。(ステップ2)から(ステップ6)を繰り返すことにより、決定木を生成するために入力されたデータが、終了条件を満足するまで再帰的に分類され、ラベルによる決定木が、分類パターン記憶部6に記憶されていく。

(ステップ7) 質問生成部9において、分類パターン記憶部で記憶されている決定木を用いて、検索を行おうとしているユーザに対してラベルによる質問を生成し、提示する。

(ステップ8) ユーザ情報入力部10において、(ステップ7)の質問に対するユーザの応答を受け付ける。

(ステップ9) ユーザの応答に従って決定木をたどり、決定木の末端のクラスに帰属した場合には、次のステップへ進む。それ以外の場合には、決定木によりさらに質問を生成するために、(ステップ7)へ戻る。

(ステップ10) 分類パターン記憶部6に記憶されているクラスを用いて、データベース部11を検索する。

(ステップ11) (ステップ10)で検索されたデータをデータ提示部13で、ユーザに提示し、情報検索装置の動作を停止する。

【0038】以上の動作を具体的に説明するため、見合相手のデータが蓄えられているデータベースの情報検索装置の実施例について説明する。一般に、ユーザに合った見合相手を検索する装置において、ユーザの性別、職業、年齢、年収等のユーザ情報をはじめに入力する。それらの情報と過去の見合の成功例から、店員はデータベースを検索し適当な人物データを推薦する。しかし、必ずしも、すべての情報をユーザが入力しなくても、適当なデータを絞り込むことができる場合が多い。例えば、年収に関して、10万円単位でユーザが入力しなくても、年収が500万円以上かそれ以下か入力すれば、過去の見合い相手の成功例から十分データを絞り込むことができる場合がある。また、ユーザが職業と年齢を入力しただけで、年収等の入力をしなくても、相手が決ることもある。そこで本発明の情報検索装置では、過去に見合が成功したデータから、自動的にどの属性に関して、どの程度の厳密さで入力すればデータが効率的に絞り込めるかを判断することができる。

【0039】ここで用いられる決定木を生成するためのデータは、過去に見合が成功した表5のデータを用いる。

\*【0040】  
【表5】

本人の属性					相手の属性		
性別	職業	年齢	経歴	年収	性別	年収	年齢
男性	製造業	30	長男	450万円	女性	なし	34歳
男性	銀行	35	次男	850万円	女性	なし	29歳
女性	銀行	28	長男	400万円	男性	450万円	30歳
...	...	...	...	...	...	...	...

【0041】表5では、5個のユーザの属性（本人の属性）に対して、3個の相手の属性が提示されている。これらのデータを基に、ユーザに対して、どの属性について、どの程度の詳しさの情報が得られれば、相手の属性が判断できるかを決定木により判断する。ただし、この情報検索装置の動作における、分類パターン記憶部6に蓄えられる決定木の生成過程は、前述した実施例と同様であるため、ここでは説明を省略する。前述の（ステップ1）から（ステップ6）により、図17の決定木が生成され、この決定木を基に、（ステップ7）以降の動作に関して説明する。

（ステップ7）図17の最上位のクラスN1が、ユーザの性別により分類されているため、ユーザに対して、「性別が男性か女性か」を質問する。

（ステップ8）ユーザが、マウスやキーボード等の入力デバイスを用いて、「男性」と応答したとする。（ステップ9）ユーザの応答によってN2のクラスが選択される。N2のクラスは末端のクラスでないため、（ステップ7）に戻る。

（ステップ7-1）図17のN2が、ユーザの職業によって分類されているため、ユーザに対して「職業はサラリーマンか自営業か」を質問する。

（ステップ8-1）ユーザが、マウスやキーボード等の入力デバイスを用いて、「自営業」と応答したとする。

（ステップ9-1）ユーザの応答によってN5のクラスが選択される。N5のクラスは末端のクラスでないため、（ステップ7）に戻る。

（ステップ7-2）図17のN5が、ユーザの経歴によって分類されているため、ユーザに対して「長男か長男以外か」を質問する。

（ステップ8-2）ユーザが、マウスやキーボード等の入力デバイスを用いて、「長男」と応答したとする。

（ステップ9-2）「性別＝女性かつ年齢＝35歳位」のクラスが選択され、末端のクラスであるため、（ステップ10）へ進む。

（ステップ10）「性別＝女性かつ年齢＝35歳位」の条件でデータベースを検索する。

（ステップ11）検索条件を満足するデータをユーザに提示し、情報検索装置の動きが停止する。

【0042】以上のステップにより、過去の見合の成功例から、ユーザに合った相手を提示することができる。

【0043】以上のように、本実施例によれば、ユーザ情報のみを入力することにより、データベースを検索することができる。また、ユーザ情報も、ユーザのすべての情報に関して入力せずに、少ない質問に対してユーザが応答するだけでデータベースが検索できる。さらには、ユーザの応答も、ラベルの選択による応答のみでよい。ユーザの負担が軽減され、手軽にデータベースを検索することができる。

【0044】なお、本実施例では、評価指標として、(1)式を用いたが、標準偏差等の属性値の分散度合を表現する指標ならば、どのような指標を用いてもよい。概念学習の手法で用いられているカテゴリ有用度を用いてもよい。ID3等の手法で用いられている獲得情報量を用いてもよい。

【0045】なお、本実施例では、終了条件として、「分類されたデータの出力値がすべて同じになった場合」としたが、評価指標の値の閾値を設定し、閾値を超えた場合に分類を停止する終了条件を用いてもよい。

【0046】なお、本実施例では、決定木を生成するために入出力データを用いたが、これらのデータの代わりに、関係データベースに蓄えられているデータ等の因果関係を含まないデータを用いてもよい。

【0047】なお、本実施例では、階層的に定義されたラベルをラベル階層構造記憶部で記憶させているが、非階層的なラベルを記憶させてもよい。

【0048】なお、本実施例では、分類パターン決定部での分類パターンの決定方法は、データ仮分類部で分類されたパターンの一つを選択していたが、データ仮分類部で分類されなかった新たな分類パターンを分類パターン選択部で選択してもよい。

【0049】なお、図3の情報検索装置にユーザの希望する検索条件を入力できる検索条件入力部を付加し、決定木による分類結果とユーザの入力した検索条件からデータベースを検索できる情報検索装置を構成できる。検索条件入力部を付加した情報検索装置を図4に示す。図4の情報検索装置の動作を図10のフローチャートに沿って説明する。ただし、（ステップ1）から（ステップ10）までは、図3の情報検索装置の動作と同一であるため説明を省略する。（ステップ11）以降の動作に関して説明を行う。

（ステップ11）（ステップ10）で検索されたデータ

17

の量がユーザが容易に確認できるだけのデータ数の場合には、(ステップ13)に進む。それ以外の場合には、次のステップへ進む。

(ステップ12) ユーザに検索条件の入力を促し、ユーザの希望する検索条件と、決定木により生成された条件から新たな検索条件を設定する。(ステップ10)に戻る。

(ステップ13) 検索されたデータをユーザに提示し、情報検索装置の動作を停止する。

【0050】以上の動作を具体的に説明するため、見合相手のデータが蓄えられているデータベースの情報検索装置の実施例について前述の情報検索装置と同様に説明する。この情報検索装置の動作における、分類パターン記憶部6に蓄えられる決定木の生成過程は、前述した情報検索装置の実施例と同様であるため、ここでは説明を省略し、(ステップ11)以降に関して説明する。

(ステップ11) (ステップ10)で検索されたデータの量が150件あった。これらのデータをすべてユーザが確認することは困難であると判断した。

(ステップ12) ユーザに検索条件の入力を促した結果、ユーザが、「職業=OL」を入力した。「性別=女性かつ年齢=35歳位かつ職業=OL」という条件に設定し(ステップ10)に戻る。

(ステップ10-1) 「性別=女性かつ年齢=35歳位かつ職業=OL」という条件でデータベースを検索する。

(ステップ11-1) (ステップ10)で検索されたデータの量が30件あった。これらのデータをすべてユーザが確認できると判断した。(ステップ13)へ進む。

(ステップ13) (ステップ11-1)で検索された30件のデータがユーザに提示され、情報検索装置の動作を停止する。

【0051】以上のように、ユーザ情報からだけでは、データが適当な数に絞り込めないときには、ユーザの希望条件を入力させることにより、検索されるデータ数を絞ることができる。

【0052】次に本発明の第3の実施例を説明する。図5は、情報検索装置の構成図を示すものである。図5において、15はセンサの分解能等の特性を記憶しているセンサ特性記憶部であり一般にROMにより構成される。2はセンサ特性記憶部で記憶されているラベルの組合せにより複数のパターンで与えられたデータを分類するデータ仮分類部である。3は分類の終了を判定する条件を記憶している終了判定記憶部であり一般にROMにより構成される。4はデータ仮分類部2で分類された各分類パターンに関して評価指標を計算する評価指標計算部、5は評価指標計算部4で計算された値を基にデータ仮分類部2で分類された分類パターンから1つの分類パターンを選択する分類パターン決定部である。6は分類パターン決定部5で選択された分類パターンのラベルに

18

よる決定木を記憶している分類パターン記憶部であり一般にRAMにより構成される。7は分類パターン決定部5で決定された分類パターンのラベルを用いてデータを分類し、分類されたデータをデータ仮分類部へ出力するデータ分類決定部である。16は分類パターン記憶部6の分類結果より必要なセンサを選択するセンサ選択部、17はセンサ選択部で選択されたセンサと分類パターン記憶部6の分類結果を基に制御テーブルを作成する制御テーブル作成部である。

【0053】以上のように構成された実施例の制御器設計装置について、その動作を説明する。

入力：決定木を生成するためのデータ、センサ特性、分類の終了条件

出力：制御テーブル

(ステップ1) ROMで構成されている部分、終了判定記憶部3、センサ特性記憶部15に記憶させる情報を入力する。具体的には、与えられたデータの分類を終了するための条件を設定し、その終了条件を終了判定記憶部3に記憶させる。また、入力属性に関して、センサの分解能に基づきセンサの検出精度をセンサ特性記憶部15に記憶させる。

(ステップ2) データ仮分類部2において、制御テーブルを生成するために入力されたデータの集合を、センサ特性記憶部15で記憶されている各入力属性のセンサの分解能によって、データを分類する。各入力属性に関して、センサが存在するため、様々なデータの分類が行える。

(ステップ3) データ仮分類部2で分類された複数の分類パターンに関して評価指標を計算する。評価指標として、(数1)を用いる。

(ステップ4) 終了判定記憶部3の終了条件を満足している場合には、データの分類を終了し(ステップ7)へ進む。それ以外の場合には、次のステップへ進む。

(ステップ5) 分類パターン決定部5において、評価指標計算部4で計算された評価指標の値のうち、最大値をとる分類パターンのセンサによる分類を選択する。ここで選択されたセンサの分類パターンを分類パターン記憶部6のRAMに入力し記憶させる。

(ステップ6) データ分類決定部7において、(ステップ5)で選択されたセンサを用いて、データを分類し、複数のデータの集合を生成する。さらに、分類されたデータの集合を再びデータ仮分類部2へ出力し、(ステップ2)へ戻る。(ステップ2)から(ステップ6)を繰り返すことにより、制御テーブルを生成するために入力されたデータが、終了条件を満足するまで再帰的に分類され、センサによる決定木が、分類パターン記憶部に記憶されていく。

(ステップ7) センサ選択部16において、分類パターン記憶部6で記憶されている決定木から、各入力属性に関して、最も高い分解能が必要とされているセンサを選

19

択する。

(ステップ8) (ステップ7) で選択されたセンサによる制御テーブルを作成する。

【0054】以上の動作を具体的に説明するため、洗濯機の水位の制御テーブルを設計する例を用いて、制御器設計装置の動作の具体的について説明する。

【0055】

【表6】

布量	汚れの量	布質	水質	水位
5	30	40	20	低い
6	50	30	30	高い
7	40	40	40	高い
...	...	...	...	...

【0056】表6のデータは、専門家の実験により入手されたデータで、布量、汚れの量、布質、水質の4属性が、それぞれの値をとるときの理想的な水位の高さのデータを表現している。実験では、それぞれの入力属性に関して高い精度で検出できるセンサを用いている。そのため、このようなセンサを用いて商品設計すると、商品のコストが高くなる。

【0057】洗濯機に利用できるセンサとして、図18のセンサが存在したとする。図18において、布量に関しては、布量1センサ、布量2センサ、布量3センサが存在したとする。布量1センサは、布量が6未満、6～7、7以上の3値のみしか検出することができない。布量2センサは、布量が4未満、4～6、6～7、7～9、9以上の5値を検出できる。さらに、布量3センサは、布量の分解能が1で検出できる。

【0058】表6の実験データの入手には、布量3センサを利用した。同様に、汚れの量に関しても、それぞれ分解能の異なるセンサが3つ存在する。布質に関しては、2つの分解能が異なるセンサが、水質に関しては、2つの分解能が異なるセンサが存在する。当然、最も分解能が高いセンサを用いるときめ細かく制御できるが、商品のコストが高つく。逆に、すべて分解能が低いセンサを用いると、うまく制御できない。この場合、どのセンサの組合せを用いて制御テーブルを作成すればよいか試行錯誤で判断しなければならない。そこで、本発明の制御器設計装置では、専門家から入手したデータから、水位の高さを制御するのに必要な入力属性と、必要な分解能を自動的に決定し、制御テーブルを自動的に生成することができる。本発明の制御器設計装置での動作を説明する。

入力：表6の実験データ、図18のセンサ特性、分類の終了条件

出力：制御テーブル

(ステップ1)～(ステップ6)までの決定木生成過程は、第1の実施例の決定木生成と、同じであるため、決定木が生成された後のステップに関して説明する。(ス

20

テップ1)～(ステップ6)により図19の決定木が生成されたとする。

(ステップ7) センサ選択部16において、分類パターン記憶部6に蓄えられている図19の決定木を用いて、4つの各入力属性に必要なセンサが選択される。ここでは、布量に関しては、布量1センサ、汚れの量に関しては汚れの量1センサ、布質に関してはセンサが必要なく、水質に関しては、センサが必要ない。

(ステップ8) (ステップ7) で選択されたセンサによる制御テーブルを作成する。図19の決定木から、図20の制御テーブルが生成される。図20において、布量が6から7の場合には、汚れの量1センサの出力によって、水位を決定しなければならない。それ以外の場合には、布量1センサの出力のみから水位を決定できることがわかる。

【0059】以上のように、本発明の制御器設計装置では、入力属性の選択と共に、センサの選択も同時に行うことができる。これにより、不要なセンサを機器に設置する必要がなくなり、商品コストを大幅に削減することができる。

【0060】なお、本実施例では、評価指標として、(1)式を用いたが、標準偏差等の属性値の分散度合を表現する指標ならば、どのような指標を用いてもよい。概念学習の手法で用いられているカテゴリ有用度を用いてもよい。ID3等の手法で用いられている獲得情報量を用いてもよい。

【0061】なお、本実施例では、終了条件として、「分類されたデータの出力値がすべて同じになった場合」としたが、評価指標の値の閾値を設定し、閾値を超えた場合に分類を停止する終了条件を用いてもよい。

【0062】なお、本実施例では、階層的に定義されたラベルをセンサ特性記憶部で記憶させているが、階層的に表現できないセンサ特性を記憶させてもよい。

【0063】なお、本実施例では、分類パターン決定部での分類パターンの決定方法は、データ仮分類部で分類されたパターンの一つを選択していたが、データ仮分類部で分類されなかった新たな分類パターンを分類パターン選択部で選択してもよい。

【0064】なお、本実施例では、センサ特性記憶部のセンサの特性は属性値の範囲で表現されているが、センサ特性記憶部のセンサの特性をメンバーシップ関数で表現することにより、センサ出力値の確からしさを加味した、制御テーブルを生成することができる。

【0065】なお、本実施例の制御テーブル作成部17を、センサ選択部16で選択されたセンサと分類パターン記憶部6で記憶されている分類パターンを用いて、制御ルールを生成する制御ルール生成部に変更することにより、入出力データから制御ルールを生成する制御器設計装置を構成することができる。制御テーブル作成部を制御ルール生成部に変更した構成図を図6に示す。図6

21

の制御ルールを生成する制御器設計装置のフローチャートを図 1 2 に示す。図 1 2 のフローチャートは、図 1 1 のフローチャートに比べ（ステップ 8）のみが異なるため、（ステップ 8）について説明する。（ステップ 1）から（ステップ 7）は前述の制御器設計装置と同一である。

（ステップ 8）（ステップ 7）で選択されたセンサ出力のラベルを前件部とし、分類パターン記憶部 6 に蓄えられている決定木のクラスのラベルを後件部とする制御ルールを生成し、制御器の設計者に提示し、制御器設計装置の動作を停止する。

```

If 布量=7以上 then 水位=高い
If 布量=6~7 and 汚れの量=50以上 then 水位=高い
...
...

```

これにより、制御動作が If...Then... ルールで表現され、設計者が確認しやすいルールを提示することができる。

【0067】なお、制御ルールを生成する制御器設計装置の実施例では、センサ特性記憶部のセンサの特性は属性値の範囲で表現されているが、センサ特性記憶部のセンサの特性をメンバーシップ関数で表現することにより、センサ出力値の確からしさを加味した、ファジィ制御ルールを生成することができる。

【0068】なお、本発明の各手段は、コンピュータを用いてソフトウェア的に実現し、あるいはそれら各機能を有する専用のハード回路を用いて実現する事が出来る。

【0069】

【発明の効果】以上述べたところから明かなように、本発明によれば、与えられた入出力データから、ラベルを用いた簡潔な決定木を生成することができる。

【0070】したがって、情報検索装置にこの技術を利用することにより、過去の検索結果から、ユーザと対話的に情報を検索することができる。

【0071】また、制御器設計装置にこの技術を利用することにより、専門家から得られた入出力データを基に、センサの分解能を考慮した制御テーブルを自動的に作成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】決定木生成装置の構成図

【図 2】ファジィラベルを用いた決定木生成装置の構成図

【図 3】情報検索装置の構成図

【図 4】検索条件入力機能付き情報検索装置の構成図

【図 5】制御器設計装置の構成図

【図 6】制御ルールを生成する制御器設計装置の構成図

【図 7】決定木生成装置のフローチャート

【図 8】ファジィラベルを用いた決定木生成装置のフローチャート

22

\*【0066】以上の動作を具体的に説明するため、制御ルールを生成する制御器設計装置の動作を前述の洗濯機の例を用いる。（ステップ 1）から（ステップ 7）までは、前述の制御器設計装置の実施例と同一であるため説明を省略する。

（ステップ 8）（ステップ 7）で選択されたセンサのラベル「布量=7 以上」、「布量=6~7」等を前件部のラベルとして抽出する。また、分類パターン記憶部 6 の決定木のクラスのラベル「水位=高い」、「水位=低い」を選択し、次に示す制御ルールを生成する。

【図 9】情報検索装置のフローチャート

【図 10】検索条件入力機能付き情報検索装置のフローチャート

【図 11】制御器設計装置のフローチャート

【図 12】制御ルールを生成する制御器設計装置のフローチャート

【図 13】各属性に定義されたラベルの図

【図 14】生成された決定木の図

【図 15】メンバーシップ関数の例の図

【図 16】ファジィラベルによる決定木の図

【図 17】情報検索装置の決定木の図

【図 18】センサ特性の図

【図 19】洗濯機の水位制御の決定木の図

【図 20】洗濯機の水位制御テーブルの図

【図 21】従来までの決定木生成装置の構成図

【図 22】従来までの決定木生成装置によって作成された決定木の図である。

【符号の説明】

1...ラベル階層構造記憶部

2...データ仮分類部

3...終了判定記憶部

4...評価指標計算部

5...分類パターン決定部

6...分類パターン記憶部

7...データ分類決定部

8...メンバーシップ関数記憶部

9...質問生成部

10...ユーザ情報入力部

11...データベース部

12...データベース検索部

13...データ提示部

14...検索条件入力部

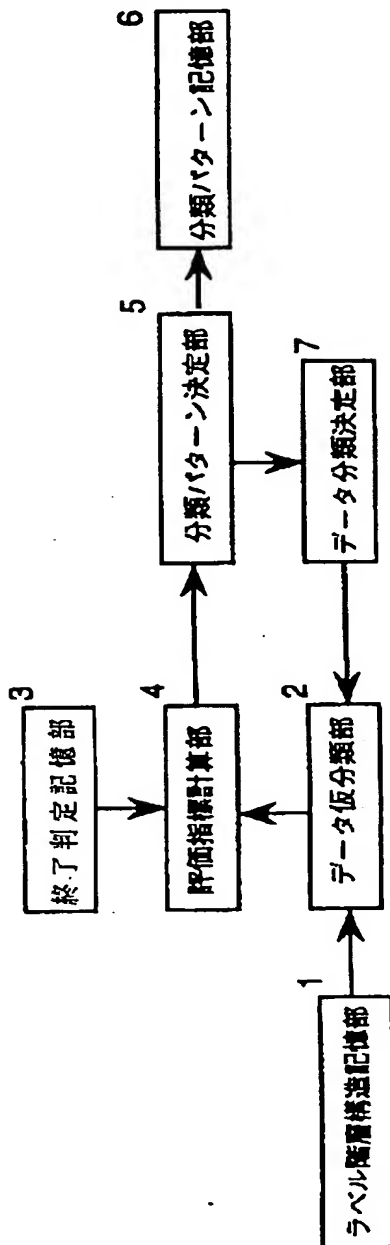
15...センサ特性記憶部

16...センサ選択部

17...制御テーブル作成部

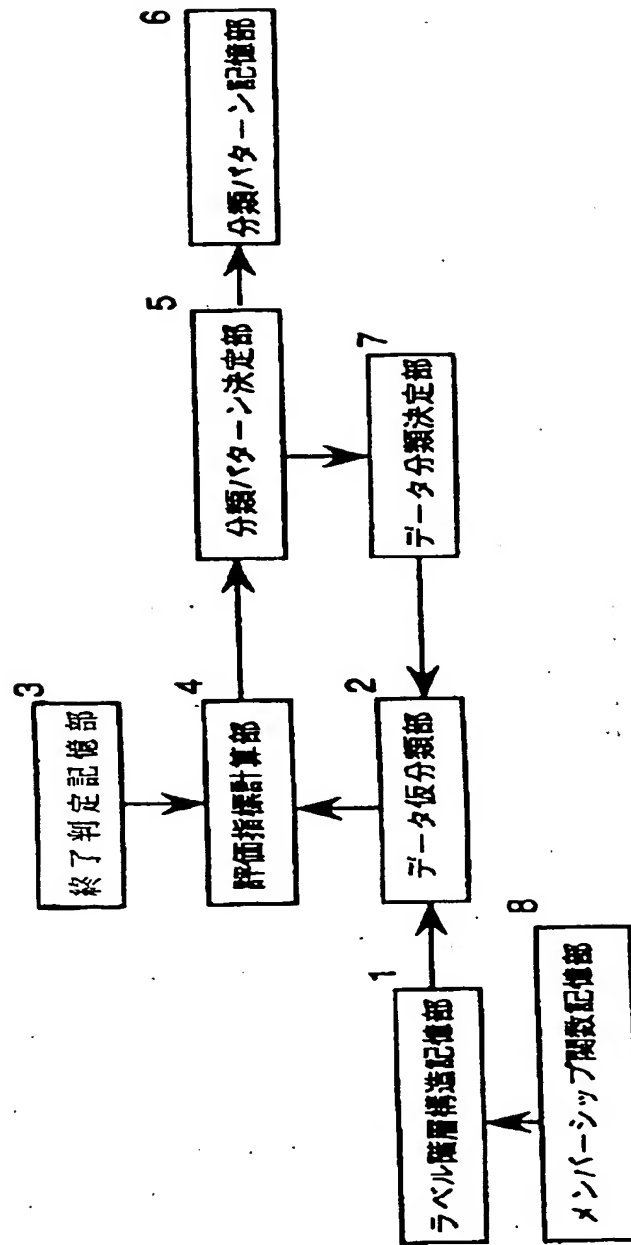
23  
18...制御ルール生成部

【図1】

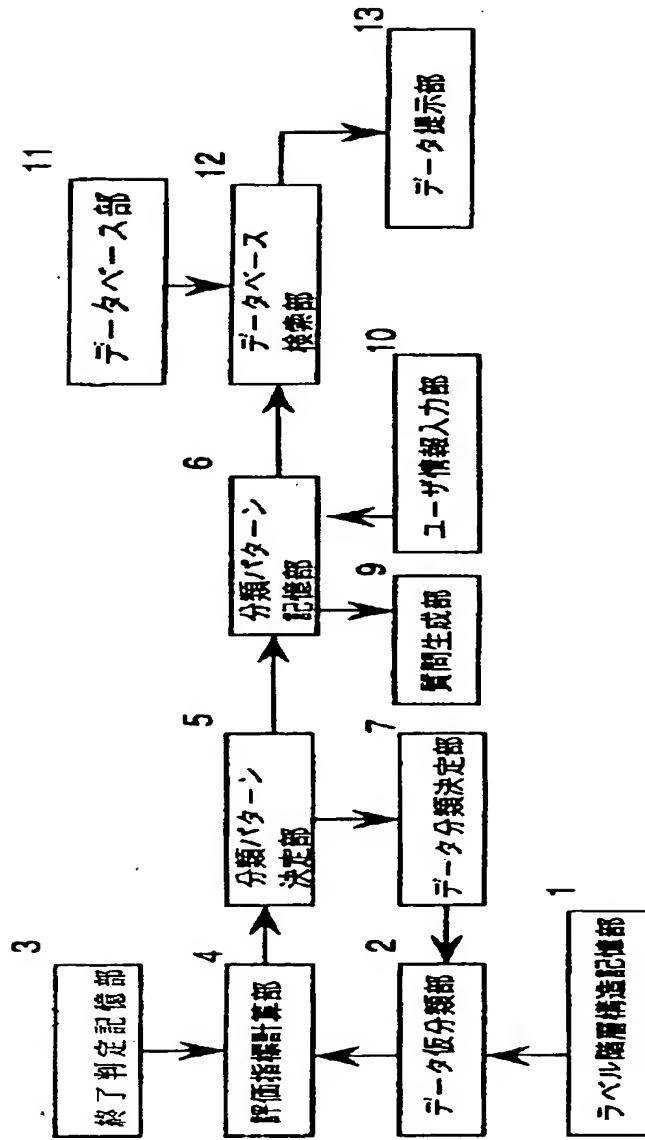


24

【図2】

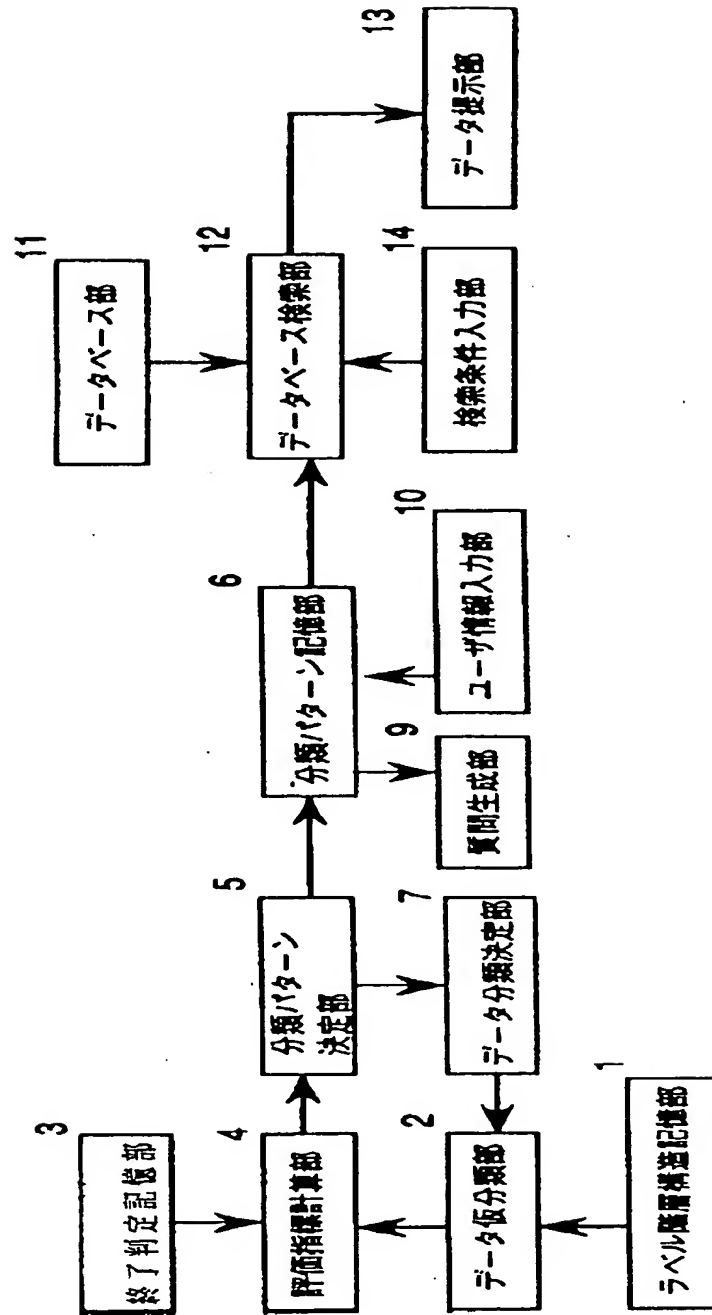


【図 3】

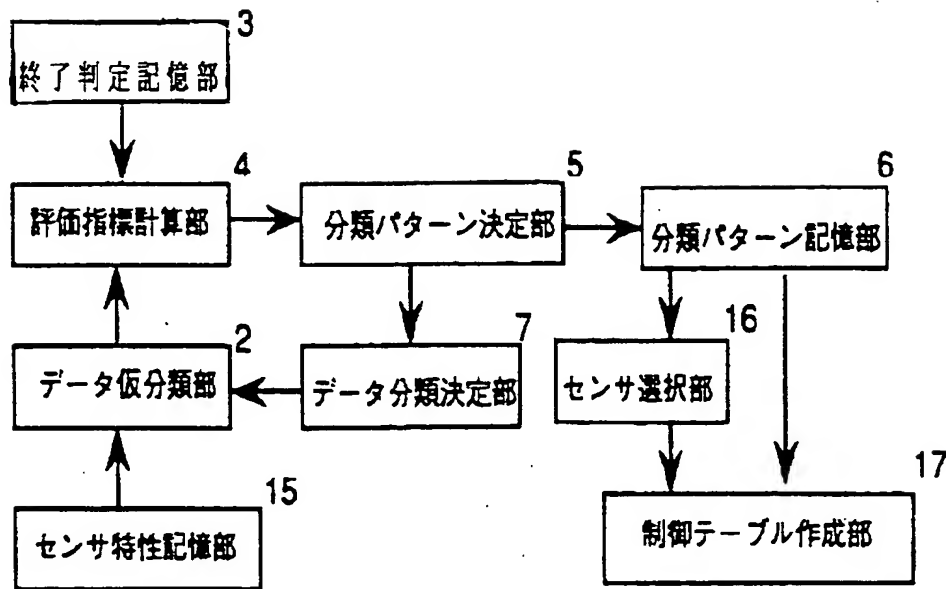




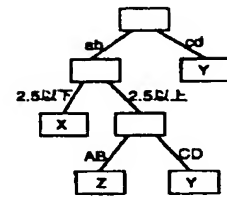
【図 4】



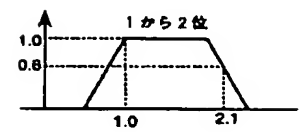
【図 5】



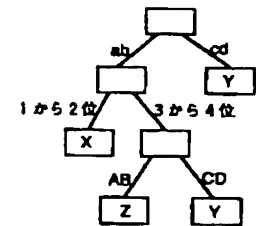
【図 1 4】



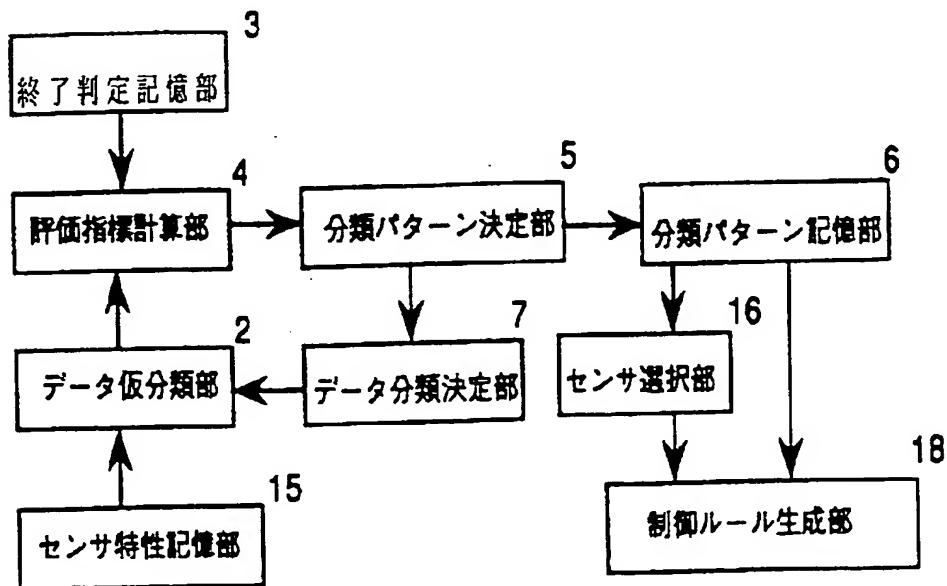
【図 1 5】



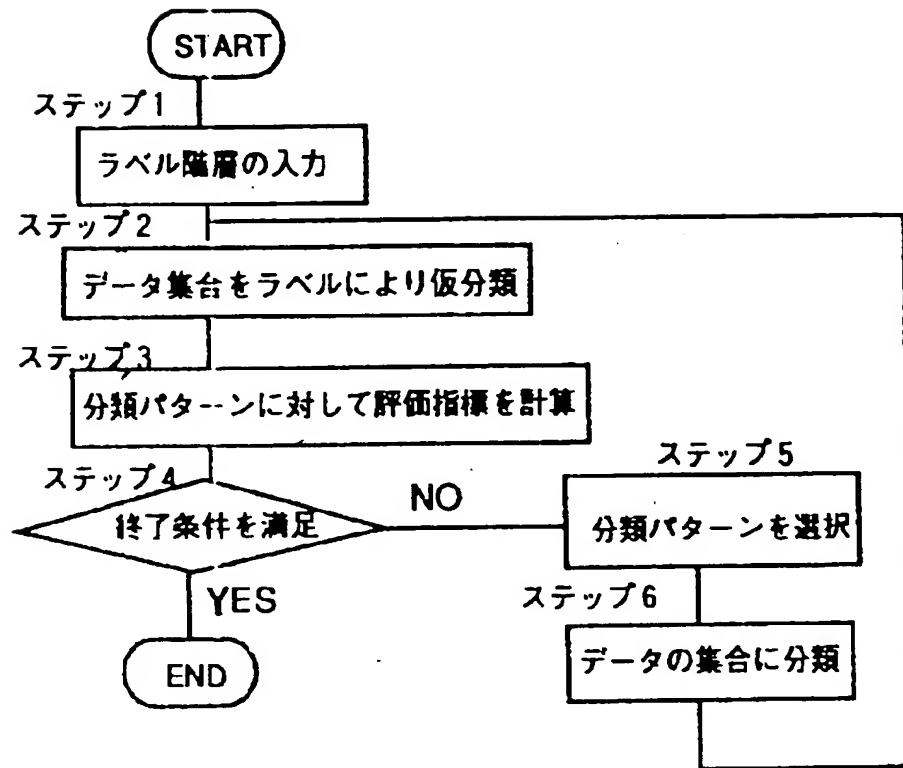
【図 1 6】



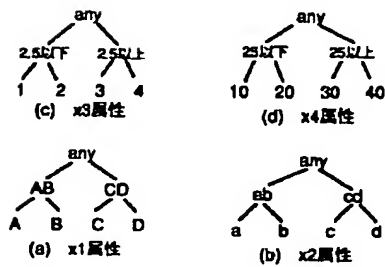
【図 6】



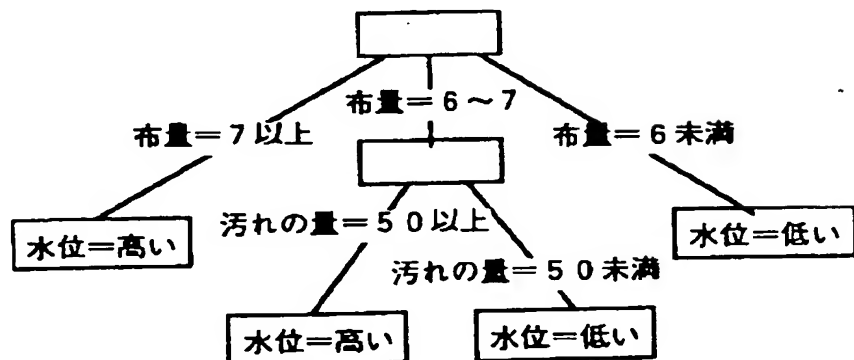
【図7】



【図13】



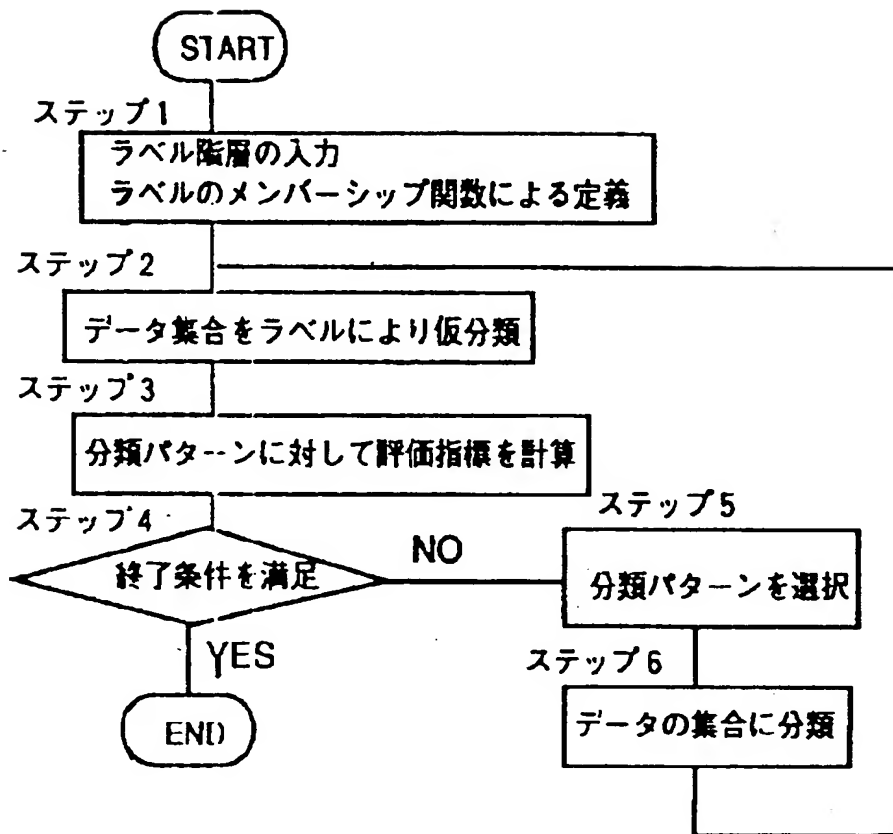
【図19】



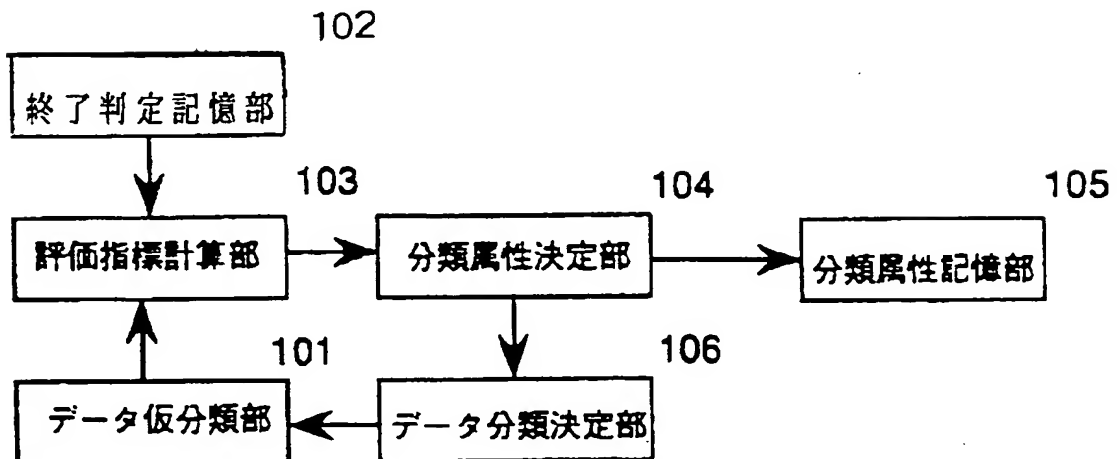
【図20】

布量 \ 汚れの量	6未満	6~7	7以上
50未満	低い		
50以上			高い

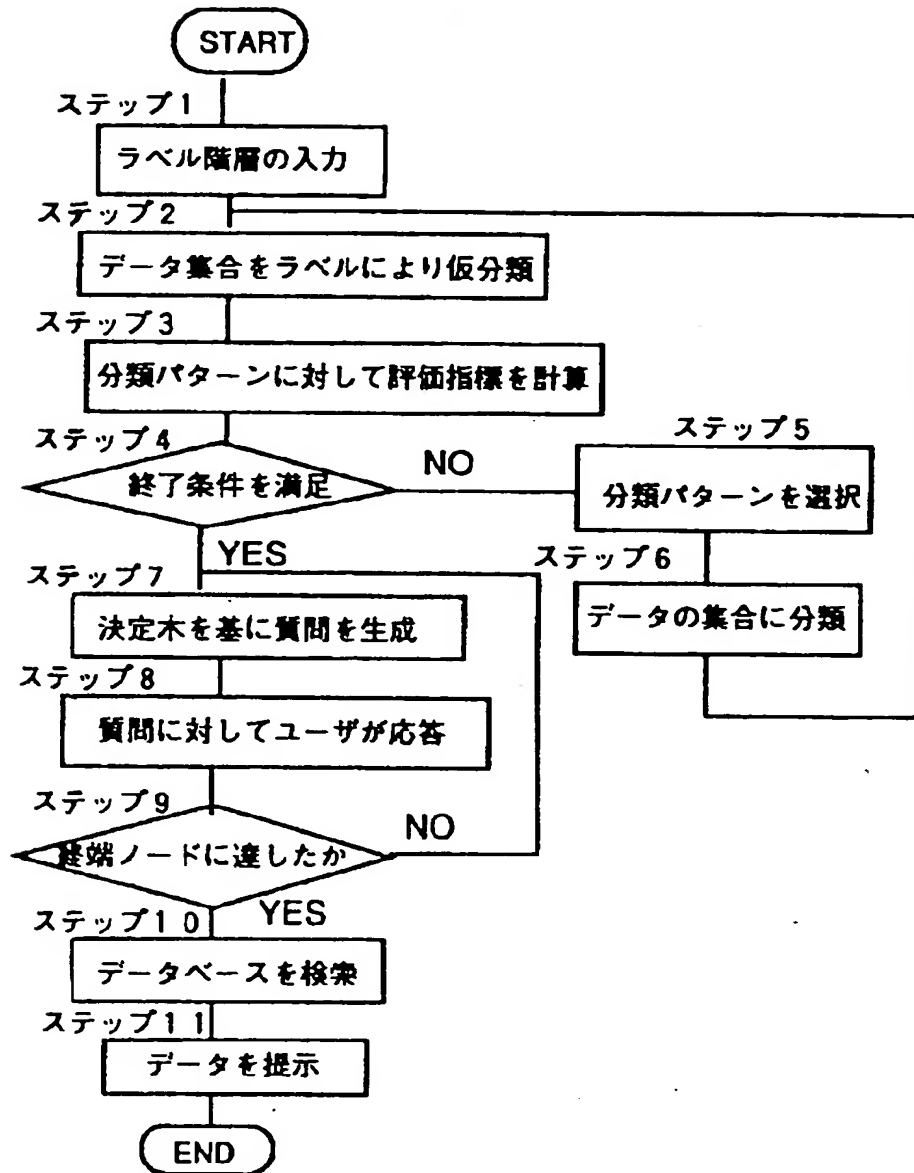
【図 8】



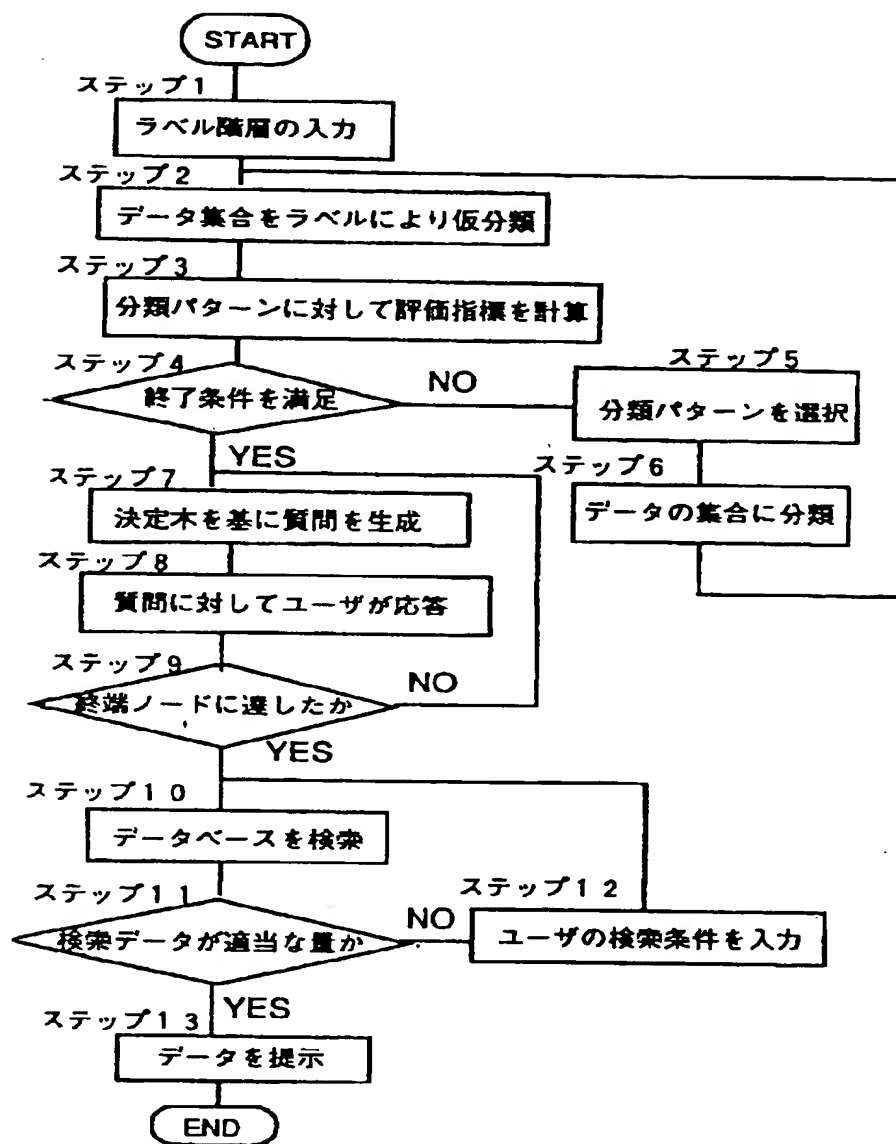
【図 21】



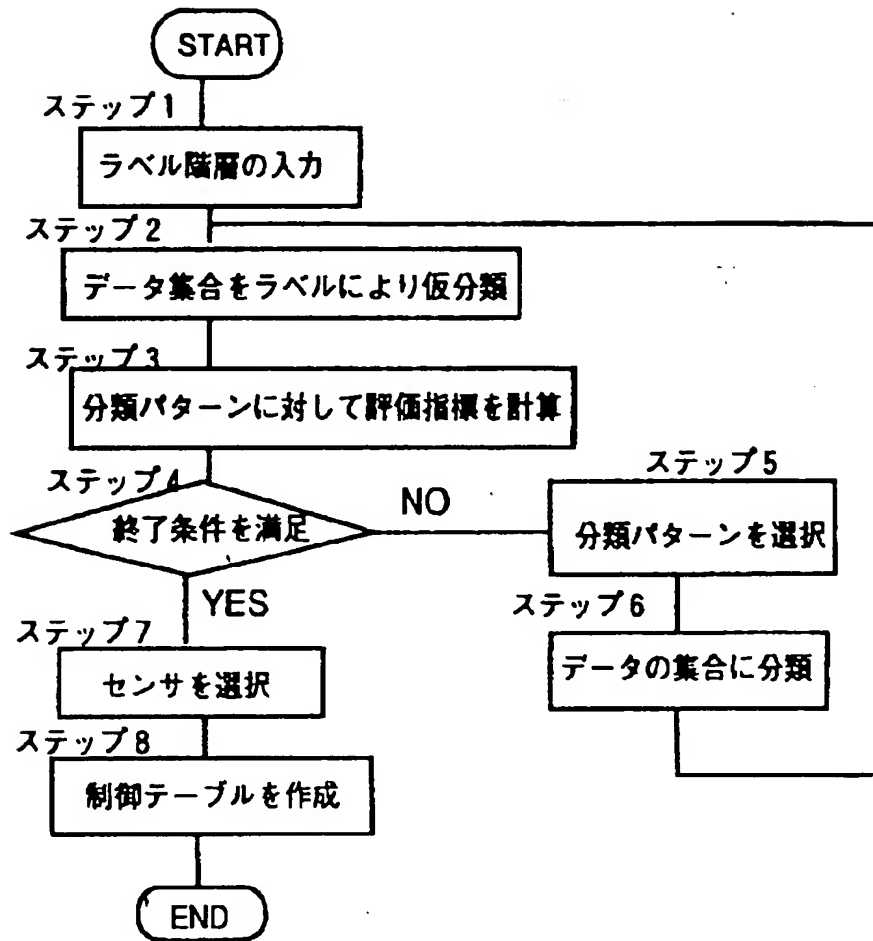
【図9】



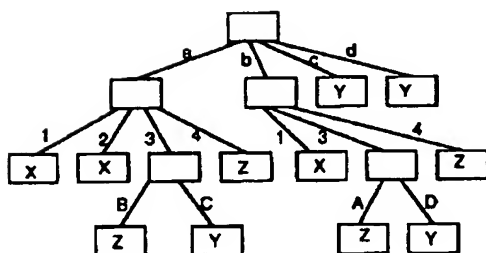
【図10】



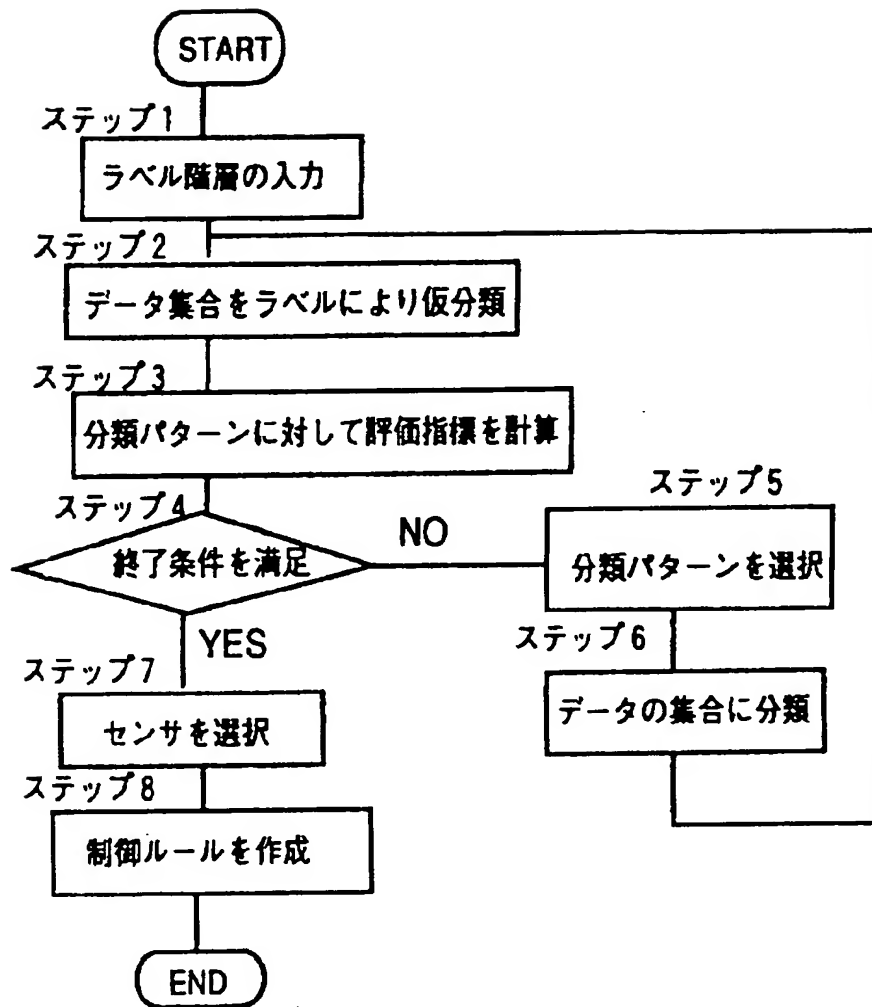
【図 11】



【図 22】

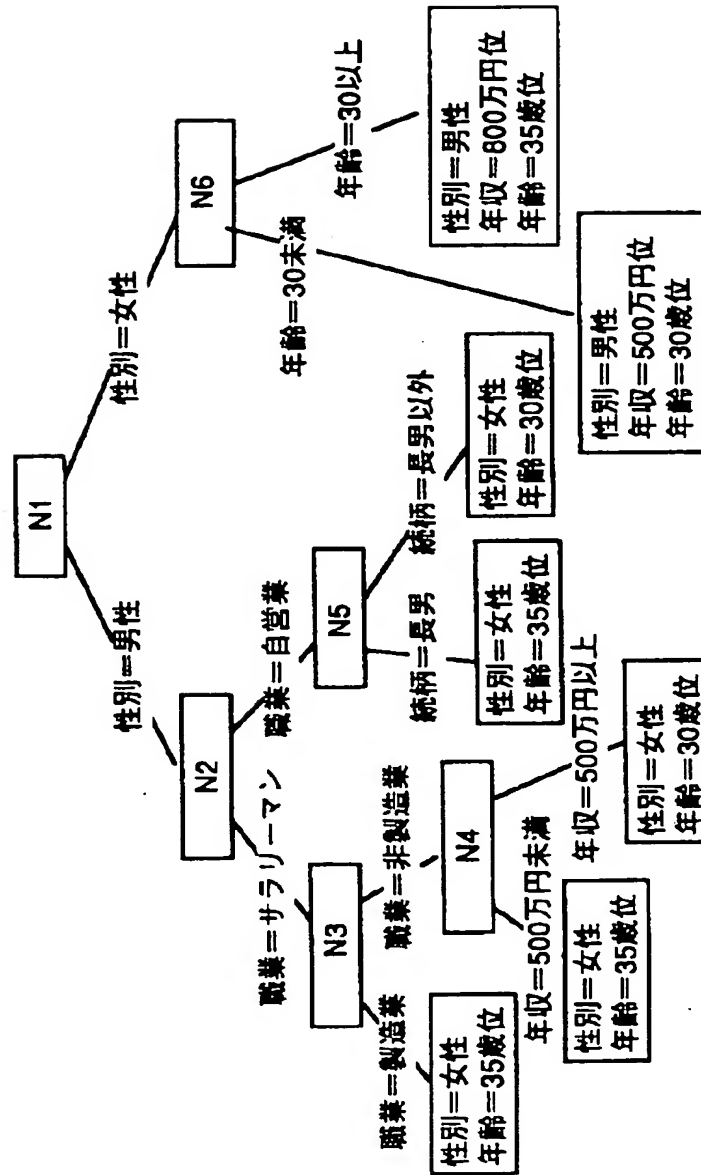


【図 1 2】





【図 17】



【図 18】

